

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-315824  
(P2000-315824A)

(43) 公開日 平成12年11月14日 (2000. 11. 14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 4 M 1 0 9
23/29		23/48	F 5 F 0 4 1
23/31		23/30	F
23/48			B

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-124230  
(22) 出願日 平成11年4月30日 (1999. 4. 30)

(71) 出願人 599015814  
ルナライト株式会社  
東京都豊島区東池袋1丁目33番8号  
(72) 発明者 松原 弘明  
東京都豊島区東池袋1丁目33番8号 ルナ  
ライト株式会社内  
(72) 発明者 永峯 隆一  
東京都豊島区東池袋1丁目33番8号 ルナ  
ライト株式会社内  
(74) 代理人 100071054  
弁理士 木村 高久

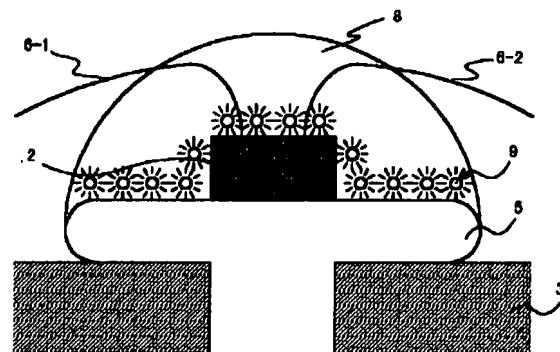
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 視認性の良い光を出力するとともに波長変換効率のよい発光ダイオードおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 発光素子2をピン5上に載置し、載置した発光素子2を蛍光物質9が混合され沈殿している樹脂8で固定および保護する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平坦部を形成した頭部を有するピンと、前記ピンの頭部の中央部に載置された発光素子と、前記発光素子を被覆し、該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質を少なくとも前記発光素子と近接する部分に選択的に混合する第1の樹脂とを具備することを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項3】 前記第1の樹脂は、直径が前記ピンの頭部と同等若しくは小さい半球状であることを特徴とする請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項4】 前記ピンの頭部は、中央に平坦部を有する皿状をなしていることを特徴とする請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項5】 前記ピンの頭部は、その縁部の円周上に堤状の囲繞部を有することを特徴とする請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項6】 前記囲繞部は、前記第1の樹脂とは別の第2の樹脂から形成されることを特徴とする請求項5記載の発光ダイオード。

【請求項7】 基板と、前記基板上に載置された発光素子と、前記発光素子を被覆し、該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質を少なくとも前記発光素子と近接する部分に選択的に混合する第1の樹脂とを具備することを特徴とする発光ダイオード。

【請求項8】 前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする請求項7記載の発光ダイオード。

【請求項9】 前記第1の樹脂は、前記発光素子の載置位置から突出した半球状であることを特徴とする請求項7記載の発光ダイオード。

【請求項10】 前記基板は、前記発光素子の載置位置の周囲に溝を有することを特徴とする請求項7記載の発光ダイオード。

【請求項11】 前記発光素子の載置位置は、前記基板の上の突出部であることを特徴とする請求項7記載の発光ダイオード。

【請求項12】 平坦部が形成されたピン頭部若しくは基板上に発光素子を載置する工程と、前記発光素子に該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質が混合された液状の熱硬化性樹脂を滴下する工程と、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させる工程と、前記半球体を加熱して硬化させる工程とを少なくとも具備することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項13】 前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂

内で前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で沈殿させることで行うことを特徴とする請求項12記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項14】 前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする請求項12または13記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項15】 前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させるとともに前記熱硬化性樹脂をその表面張力を利用して半球体に成形することを特徴とする請求項12記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項16】 平坦部が形成されたピン頭部若しくは基板上に発光素子を載置する工程と、前記発光素子に該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質が混合され、加熱することにより粘性が低下し、さらに加熱することで硬化する樹脂を塗布する工程と、前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させる工程と、その後、前記樹脂をさらに加熱して硬化させる工程とを少なくとも具備することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項17】 前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記波長変換物質を前記樹脂内で沈殿させることで行うことを特徴とする請求項16記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項18】 前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする請求項16または17記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項19】 前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させるとともに、該粘性が低下した樹脂をその表面張力を利用して半球体に成形することを特徴とする請求項16記載の発光ダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、発光ダイオードおよびその製造方法に関し、特に、発光した光の視認性の高い発光ダイオードおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、発光ダイオード(light emitting diode、以下LEDと略称する)

は、その発光色が赤外や赤、黄色、緑色に加え、青色のものが実用化され、さらに高輝度発光の素子も実用化されてきたため、小型で安価な発光素子として多用されるようになってきた。

【0003】図13は、従来のLEDの概略構成を示した図であり、同図(a)はその上面図であり、同図

(b)はその断面図である。同図に示すように、LED101は、発光素子102がリードピン104-2に形成されたカップ105内に配され、ワイヤ106-1と106-2によってそれぞれリードピン104-1と104-2に接続され、リードピン104-1と104-2を端子として発光素子102が回路の一部として構成されるようになっている。また、これら各部は、砲弾型で透明な樹脂107で保護されている。

【0004】図14は、図13(b)中の破線で囲んだb部を拡大した図である。図14(a)に示すように、カップ105は、縁から発光素子を配する底部までの高さを高くしたすり鉢状の形状をしており、その内部に発光素子102が配されている。カップ105内は、樹脂107とは別の(材質は同一のものでもよい)樹脂108で満たされている。

【0005】また、LEDには図14(b)に示すようにカップ105を満たす樹脂108に蛍光物質109が混合されているものもあり、これらの樹脂108はカップ105の上面の縁と略平行に充填されている。この蛍光物質109は、例えば青色光が発光素子102から発せられることにより励起し、青色光とは異なる波長の光を発する。したがって、樹脂108に蛍光物質109を混合することで白色発光するLEDを形成することができる(特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報、特開平10-65221号公報参照)。

【0006】上述したように、発光素子102をすっぽりと覆うような上面の縁が高いカップ105内に発光素子102を配して構成すると、発光素子102から発せられた光は、カップ105内の壁に反射し発光素子102の平面部と略直角方向へ向かい、更に樹脂107の作用で図13(b)中の矢印で示すように一方向に集約されて出力される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、カップ内の反射により一方向に集約された光を出力するLEDは輝度も高く、また、蛍光物質を混合したものでは、カップ内に発光素子と蛍光物質を構成しているため外部の異なる波長の光による混色も起こらないといった利点がある。

【0008】しかし、一方向に集約されて出力される指向性の強い光は、その構造上外部の異なる波長の光と混色も起こらないが、当然の事ながら発光素子102からの光は他の角度からは視認することができず、出力光と90度以上異なる角度からはその光を全く認識すること

ができない。そのため、LEDの用途が限られたものとなってしまうていた。

【0009】また、樹脂に蛍光物質を混合した場合、波長変換に必要な蛍光物質は、発光素子を覆う程度の量でよく、過量の蛍光物質の混合は波長変換の効率を低下させてしまう原因ともなる。

【0010】そこで、この発明は、視認性の良い光を出力するとともに波長変換効率のよい発光ダイオードおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するため、請求項1の発明では、平坦部を形成した頭部を有するピンと、前記ピンの頭部の中央部に載置された発光素子と、前記発光素子を被覆し、該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質を少なくとも前記発光素子と近接する部分に選択的に混合する第1の樹脂とを具備することを特徴とする。

【0012】また、請求項2の発明では、請求項1の発明において、前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする。

【0013】また、請求項3の発明では、請求項1の発明において、前記第1の樹脂は、直径が前記ピンの頭部と同等若しくは小さい半球状であることを特徴とする。

【0014】また、請求項4の発明では、請求項1の発明において、前記ピンの頭部は、中央に平坦部を有する皿状をなしていることを特徴とする。なお、前記ピン頭部は、中央に平坦部を有する浅い皿状をなすように構成してよい。

【0015】また、請求項5の発明では、請求項1の発明において、前記ピンの頭部は、その縁部の円周上に堤状の囲繞部を有することを特徴とする。

【0016】また、請求項6の発明では、請求項5の発明において、前記囲繞部は、前記第1の樹脂とは別の第2の樹脂から形成されることを特徴とする。

【0017】また、請求項7の発明では、基板と、前記基板上に載置された発光素子と、前記発光素子を被覆し、該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質を少なくとも前記発光素子と近接する部分に選択的に混合する第1の樹脂とを具備することを特徴とする。

【0018】また、請求項8の発明では、請求項7の発明において、前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする。

【0019】また、請求項9の発明では、請求項7の発明において、前記第1の樹脂は、前記発光素子の載置位置から突出した半球状であることを特徴とする。

【0020】また、請求項10の発明では、請求項7の発明において、前記基板は、前記発光素子の載置位置の周囲に溝を有することを特徴とする。

【0021】また、請求項11の発明では、請求項7の

発明において、前記発光素子の載置位置は、前記基板上の突出部であることを特徴とする。

【0022】また、請求項12の発明では、平坦部が形成されたピン頭部若しくは基板上に発光素子を載置する工程と、前記発光素子に該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質が混合された液状の熱硬化性樹脂を滴下する工程と、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させる工程と、前記半球体を加熱して硬化させる工程とを少なくとも具備することを特徴とする。

【0023】また、請求項13の発明では、請求項12の発明において、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で沈殿させることを行うことを特徴とする。

【0024】また、請求項14の発明では、請求項12または13の発明において、前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする。

【0025】また、請求項15の発明では、請求項12の発明において、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記波長変換物質を前記熱硬化性樹脂内で前記発光素子の近傍に移動させるとともに前記熱硬化性樹脂をその表面張力を利用して半球体に成形することを特徴とする。

【0026】また、請求項16の発明では、平坦部が形成されたピン頭部若しくは基板上に発光素子を載置する工程と、前記発光素子に該発光素子から発せられる光の波長を変換する波長変換物質が混合され、加熱することにより粘性が低下し、さらに加熱することで硬化する樹脂を塗布する工程と、前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させる工程と、その後、前記樹脂をさらに加熱して硬化させる工程とを少なくとも具備することを特徴とする。

【0027】また、請求項17の発明では、請求項16の発明において、前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記波長変換物質を前記樹脂内で沈殿させることを行うことを特徴とする。

【0028】また、請求項18の発明では、請求項16または17の発明において、前記波長変換物質は、蛍光物質であることを特徴とする。

【0029】また、請求項19の発明では、請求項16の発明において、前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させる工程は、前記樹脂を加熱して粘性を低下させ、該粘性が低下した樹脂内で前記波長変換物質を前記発光素子の近傍に移動させるとともに、該粘性が低下した樹脂をその表面張力を利用して半球体に成形することを特徴とする。

### 【0030】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る発光ダイオードおよびその製造方法の一実施例について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0031】図1は、この発明に係る発光ダイオードの概略構成を示した図であり、同図(a)はその上面を、同図(b)はその断面を示している。また、図2は、図1(b)中に示した破線で囲んだ部分aの拡大図である。

【0032】発光ダイオード(以下、LEDと略称する)1は、発光素子2とセラミックなどの絶縁体からなる基板3、リードピン4-1および4-2、ピン5、ワイヤ6-1および6-2、樹脂7、樹脂8、蛍光物質9から構成される。発光素子2は、ピン5上に配され樹脂8により固定および保護されるとともに、ワイヤ6-1および6-2によりリードピン4-1および4-2と電気的に接続される。発光素子2が載せられたピン5とリードピン4-1、4-2は基板3に配置され、これら全体が樹脂7により保護されている。このような構成では、リードピン4-1と4-2の間に所定の電圧を印加すると、発光素子2に電流が流れ、発光素子2から光が発せられる。この発光素子2が発する光は、蛍光物質9で波長変換され、蛍光物質9からは別の波長の光が発せられて、例えば、白色光として出力される。この発光素子2が発する光は、従来のもののように入射による光の遮断や反射がないため、図1(b)中に示した矢印のように樹脂7の半球角全ての面(ただし、基板3と接している面は除く)から出力される。なお、蛍光物質9は、例えば、 $(Y, Gd, Ce)_3Al_5O_{12}$ を使用する。

【0033】ここで、樹脂8および蛍光物質9について説明する。樹脂8は、加熱することにより液状から固体へと硬化する特性を有する熱硬化性樹脂、若しくは加熱することにより粘性が低下し、その後さらに加熱することで硬化する特性を有する熱硬化性樹脂である。

【0034】樹脂8が加熱することにより粘性が低下する熱硬化性樹脂である場合には、その特性は、図3に示したように一定の温度で加熱すると、時間の経過とともにまず粘度が低下し、その後、徐々に硬化を始め、時間A(例えば、20時間位)の経過で、ほぼ完全に硬化する。この樹脂8を図4(a)に示すように発光素子2に塗布して加熱すると、樹脂8は図4(b)に示すように粘性が低下し、その表面張力により図4(c)に示すようにピン5上で半球状になる。この後、樹脂8は硬化して固体となる。

【0035】また、樹脂8が熱硬化性樹脂である場合には、図5(a)に示すように、発光素子2をピン5上に載置し、ノズル100から液状の樹脂8を滴下する。ピン5上に滴下された樹脂8は、液状であるためその表面張力により図5(b)に示すようにピン5上で半球状に

なる。この後、樹脂8に対して一定時間の加熱を行うと、樹脂8は硬化して固体となる。

【0036】なお、樹脂8は硬化して固体となるが、この加熱を行う工程で蛍光物質9は沈殿する。

【0037】図6は、蛍光物質9が沈殿する様子を模式的に示した図である。同図(a)に示すように、蛍光物質9は、樹脂8の滴下直後は樹脂8とほぼ均一に混合された状態となっている。この後、加熱により樹脂8の粘度が低下すると、同図(b)に示すように蛍光物質9は、樹脂8内で沈殿し、同図(c)に示すように発光素子2を覆うような状態となる。この後さらに加熱されると樹脂8は硬化する。

【0038】ところで、蛍光物質9は、発光素子2を覆う程度の量でよく、発光素子2から離れたピン5上に沈殿したものは、発光素子2が発する光を吸収しないので無意味なものになってしまう。そのため、樹脂8は、発光素子2の近傍に塗布(滴下)すればよい。

【0039】図7乃至9は、樹脂の滴下に適したピン形状の例を示した図である。図7に示すピン15は、その頭部を浅い皿状に傾斜させたものである。このピン15の中心に発光素子12を載置し、樹脂18を滴下すると、ピン15の傾斜により表面張力の影響はより顕著となり、樹脂18は発光素子12を中心として均一に塗布され、蛍光物質9も発光素子12の近傍に沈殿することになる。

【0040】図8に示すピン25は、その頭部に予め滴下する樹脂28とは異なる樹脂20(材質は樹脂28と同様でもよい)を周状に塗布したもので、このピン25に発光素子22を載置して樹脂28を滴下すると、樹脂28は樹脂20に囲まれた部分以外には広がらず、蛍光物質29は発光素子22の近傍にのみ沈殿することになる。

【0041】図9に示すピン35は、その頭部を堤状に周状の囲繞35aを形成している。この場合も図8に示したピン25と同様に、囲繞35aで囲まれた部分に発光素子32を載置して樹脂38を滴下することで、樹脂38は発光素子32の近傍に塗布され、蛍光物質39は発光素子32の近傍に沈殿することになる。

【0042】なお、図7乃至9に示したいずれの例においても、皿状の傾斜や囲繞などは発光素子が発する光(蛍光物質9が波長変換した光)の光路に影響のない高さであり、従来のカップ状のものとは異なり、側面からも蛍光物質9で変換された光を視認できる。

【0043】また、図7乃至9に示した各方法を利用することで、ピン頭部の面積が樹脂を塗布したい面積よりも大きい場合にも所望の範囲に樹脂を塗布することができる。

【0044】図10は、樹脂の塗布面積よりもピン頭部が大きいLEDの構成例を示した図であり、同図(a)はその上面図、同図(b)はその断面図である。

【0045】同図に示すように、LED41は、発光素子42に通電するためのリードピン44-1および44-2が設けられ、それぞれ発光素子42とワイヤ46-1および46-2で電気的に接続されている。

【0046】また、発光素子42は、リードピン44-2の頭部に載置され、樹脂48が塗布されている。リードピン44-2の頭部の面積は、樹脂48を塗布する面積に比べて大きいものであるが、リードピン44-2の頭部には、上述したような皿状あるいは囲繞の形成や別の樹脂による囲繞の形成等のいずれかの処理を施すことにより、樹脂48は所望の大きさに塗布されることになる。

【0047】上述の説明では、発光素子をピン若しくはリードピンに載置する場合を説明したが、発光素子は基板等に直接載置することも可能である。この場合、発光素子を載置する基板に所望の範囲に上述した別の樹脂の塗布により堤状の囲繞部を形成して樹脂の塗布範囲を定めることもでき、また、図11に示すような基板を使用することで、図7乃至9を参照して説明した場合と同様に樹脂の塗布範囲を限定させることができる。

【0048】図11は、発光素子を直接載置する基板の例を示した図である。同図(a)に示す基板53には、円柱状の突起53aが形成されており、その突起53aの中心に発光素子52を載置して蛍光物質59を混合した樹脂58を塗布(滴下)する。

【0049】また、同図(b)に示す基板63には、円周状の溝63aが形成されており、溝63aに囲まれた領域の中心に発光素子62を載置して蛍光物質69を混合した樹脂68を塗布(滴下)する。

【0050】発光素子を直接基板上に載置する場合には、複数の発光素子を近接して載置し、複数の発光素子にまとめて樹脂を塗布することもできる。図12は、基板上に複数の発光素子を載置したLEDの構成例を示した図であり、同図(a)はその上面を、同図(b)はその断面を示している。

【0051】同図に示すようにLED71は、突起を有する基板73上に複数の発光素子72-1乃至72-3を載置し、この発光素子72-1乃至72-3とリードピン74-1および74-2をワイヤーによって接続して樹脂78を塗布している。

【0052】なお、図12に示した例では、リードピン74-1、74-2に対しても樹脂78を塗布しているが、発光素子72-1乃至72-3に対してのみ樹脂78を塗布するようにすることもできることは上述した実施例からも明らかである。

【0053】なお、この実施例では、樹脂に蛍光物質を混合して白色光を出力する場合を説明したが、樹脂に混合する物質は、蛍光物質に限らず波長の変換や特定波長を吸収する物質である場合にも同様となる。

【0054】また、この実施例では、蛍光物質を樹脂内

で沈殿させるように説明したが、この他にも樹脂が液状若しくは低粘度の状態で、電荷を与えた蛍光物質を電界によって移動させる等、他の方法によって蛍光物質を移動させることができるし、混合する蛍光物質によってその蛍光物質を沈殿させないこともできる。

#### 【0055】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、発光素子を平面上のピンあるいは基板上に載置し、載置した発光素子を蛍光物質を混合した樹脂で固定および保護するように構成したため、発光素子が発した光は効率よく波長変換され、この波長変換された光は略180度の半球面から視認できる広範囲に照射される光として出力される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る発光ダイオードの概略構成を示した図。

【図2】図1(b)中に示した破線で囲んだ部分aの拡大図。

【図3】樹脂8の特性を示した図。

【図4】樹脂8の塗布方法を説明する図。

【図5】樹脂8の滴下方法を説明する図。

【図6】蛍光物質9が沈殿する様子を模式的に示した図。

【図7】樹脂の滴下に適したピン形状の例を示した図(1)。

【図8】樹脂の滴下に適したピン形状の例を示した図(2)。

【図9】樹脂の滴下に適したピン形状の例を示した図(3)。

【図10】樹脂の塗布面積よりもピン頭部が大きいLEDの構成例を示した図。

【図11】発光素子を直接載置する基板の例を示した図。

【図12】基板上に複数の発光素子を載置したLEDの構成例を示した図。

【図13】従来のLEDの概略構成を示した図。

【図14】図13(b)中の破線で囲んだb部を拡大した図。

#### 【符号の説明】

- 1 発光ダイオード(LED)
- 2 発光素子
- 3 基板

- 4-1、4-2 リードピン
- 5 ピン

- 6-1、6-2 ワイヤ

- 7 樹脂

- 8 樹脂

- 9 蛍光物質

- 12 発光素子

- 15 ピン

- 18 樹脂

- 19 蛍光物質

- 20 樹脂

- 22 発光素子

- 25 ピン

- 28 樹脂

- 29 蛍光物質

- 32 発光素子

- 35 ピン

- 35a 囲繞

- 38 樹脂

- 39 蛍光物質

- 41 発光ダイオード(LED)

- 42 発光素子

- 44-1、44-2 リードピン

- 46-1、46-2 ワイヤ

- 48 樹脂

- 52 発光素子

- 53 基板

- 53a 突起

- 58 樹脂

- 59 蛍光物質

- 62 発光素子

- 63 基板

- 63a 溝

- 68 樹脂

- 69 蛍光物質

- 71 発光ダイオード(LED)

- 72 発光素子

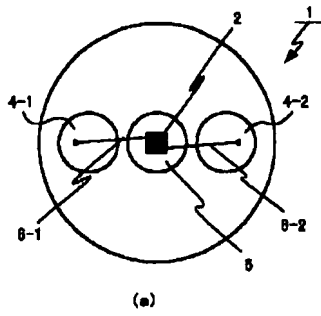
- 73 基板

- 74-1、74-2 リードピン

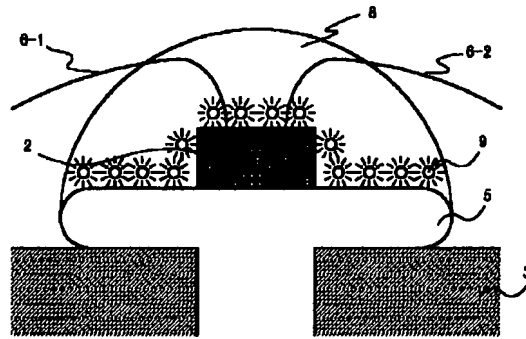
- 78 樹脂

- 100 ノズル

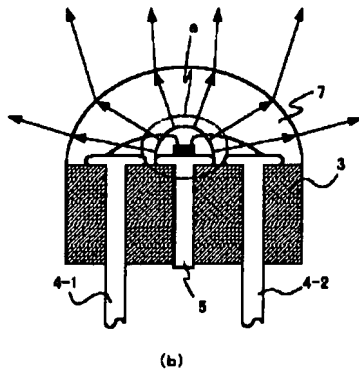
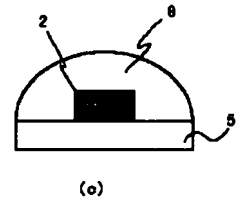
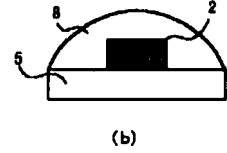
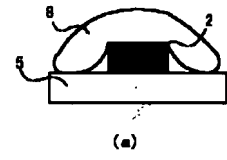
【圖 1】



【圖 2】

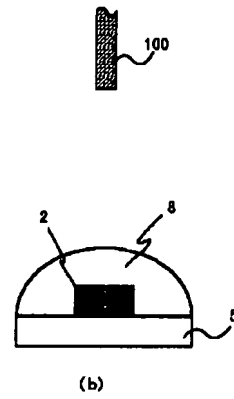
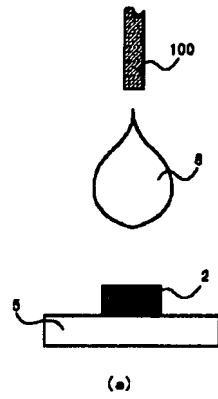
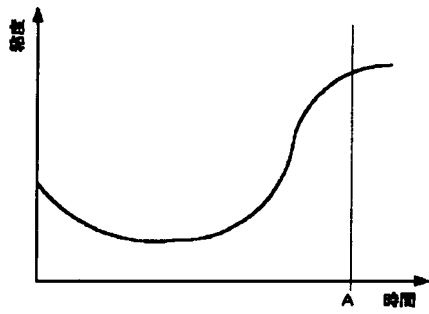


【圖 4】



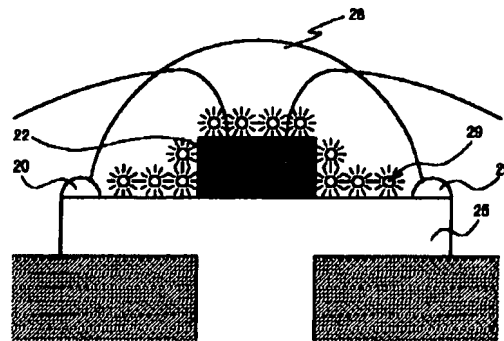
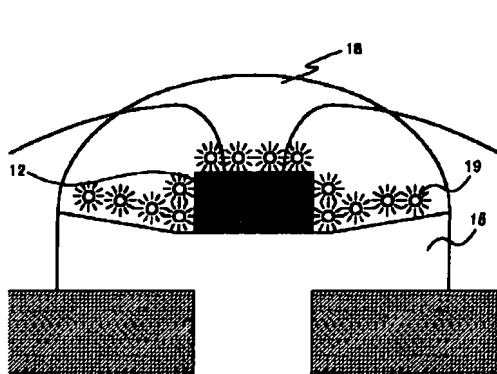
【圖 5】

【圖 3】

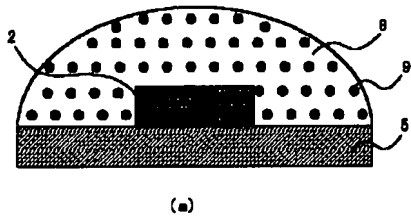


【圖 8】

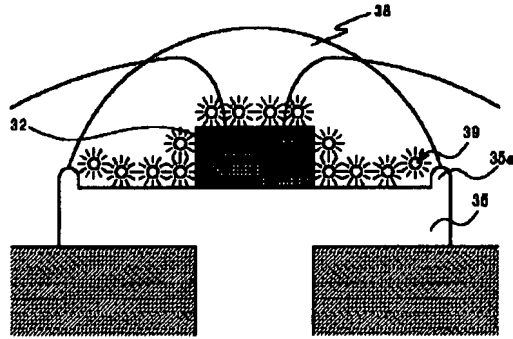
【圖 7】



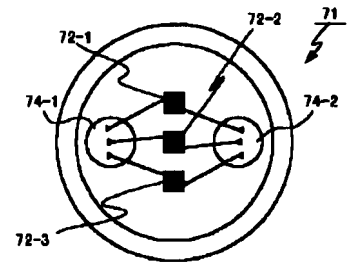
【図 6】



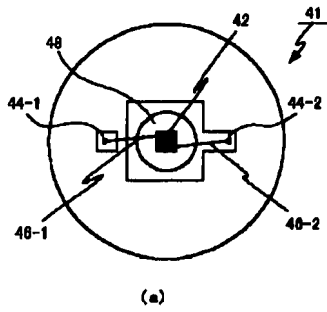
【図 9】



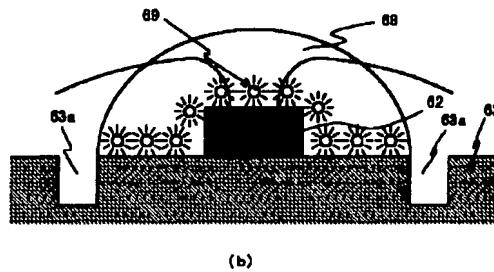
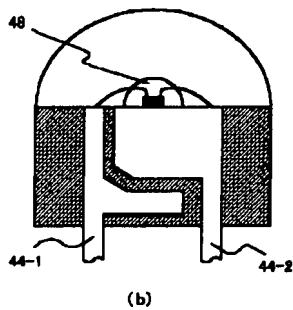
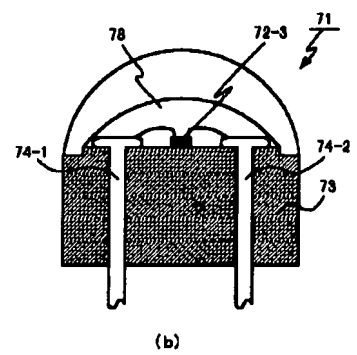
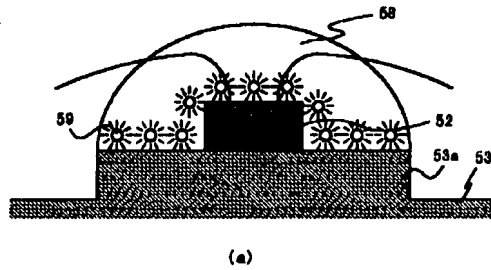
【図 12】



【図 10】

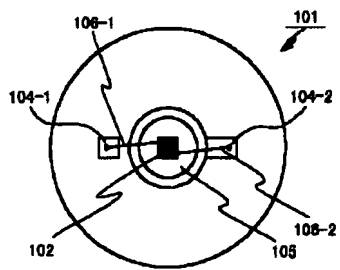


【図 11】

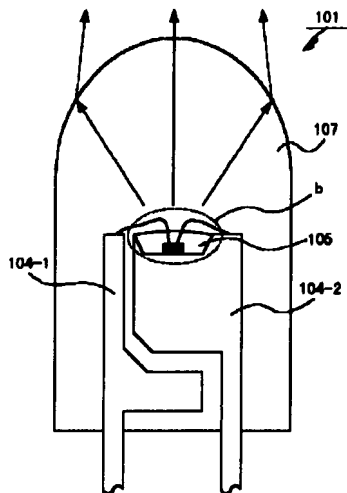




【図13】

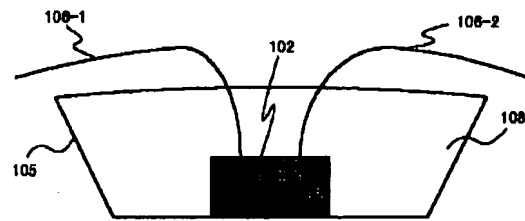


(a)

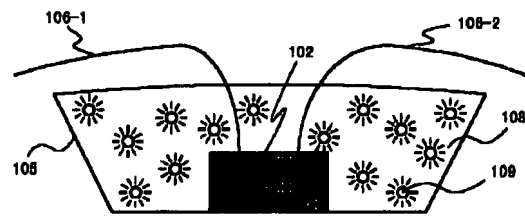


(b)

【図14】



(a)



(b)

フロントページの続き

Fターム(参考) 4M109 AA01 BA01 BA03 CA06 DA07  
DB16 EA01 EB18 EC11 EE12  
EE15 GA01  
5F041 AA14 CA12 DA07 DA12 DA13  
DA18 DA20 DA25 DA26 DA43  
DB01 EE25